نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
جلد ۳۵، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰، ص. ۴۵-۳۱

Journal of Agricultural Economics and Development
Vol. 35, No. 1, Spring 2021, p. 31-45

مقاله پژوهشی

تحلیل مکان‌یابی مرکز لجستیک کشاورزی در استان اصفهان با رویکرد حداقل‌سازی هزینه‌های شبکه لجستیک در محیط GIS

اعظم جلائی پیکانی[۱]– نعمت اله اکبری[۲*]– بابک صفاری[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۰۵

چکیده

سالانه مقادیر زیادی از محصولات کشاورزی به صورت ضایعات از بین رفته و خسارت بزرگی بر منابع مالی و غذایی کشور وارد می‌شود. مهم‌ترین علل ایجاد این ضایعات مربوط به بخش‌های مختلف حمل‌ونقل، بسته‌بندی و دسته‌بندی، ذخیره‌سازی و انبار، فرآوری و توزیع محصولات کشاورزی می‌شود. یکی از راهکارهای مطرح برای افزایش بهره‌وری در زنجیره تأمین و کاهش هزینه‌های لجستیک بخش کشاورزی ایجاد مرکز لجستیک کشاورزی است. پژوهش حاضر درصدد شناسایی پهنه مناسب جهت احداث مرکز لجستیک کشاورزی در استان اصفهان است. در این راستا ابتدا معیارهای مؤثر بر مکان‌یابی مراکز لجستیک (به تفکیک جبرانی و غیرجبرانی) شناسایی و سپس فرآیند مکان‌یابی در طی دو مرحله تکمیل شده است. در مرحله اول با حذف محدوده‌های جغرافیایی مربوط به معیارهای غیرجبرانی از پهنه استان محدوده‌های امکان‌پذیر جهت احداث مرکز لجستیک شناسایی شده است. در مرحله دوم براساس نظریه‌های مکانیابی حداقل‌کننده هزینه یک مدل ریاضی ارائه شده و برمبنای آن هزینه استقرار مرکز لجستیک در محدوده‌های امکان‌پذیر استان به تفکیک معیارهای جبرانی محاسبه و لایه‌های اطلاعاتی مربوط به هریک از آن‌ها تهیه و درنهایت تمامی لایه‌های اطلاعاتی ایجاد شده به منظور شناسایی پهنه دارای کم‌ترین هزینه با یکدیگر تلفیق شده‌اند. نتایج پژوهش حاکی از آن است که پهنه مناسب جهت احداث مرکز لجستیک کشاورزی منطقه غرب مجموعه شهری اصفهان و مابین شهرستان‌های تیران‌وکرون، نجف‌آباد و لنجان است. این منطقه به عنوان یک واسطه بین مراکز تولید محصولات زراعی، باغی و دامی در غرب استان و مجموعه شهری اصفهان به عنوان مصرف‌کننده عمده این محصولات عمل می‌کند.

واژه‌های کلیدی: توزیع فضایی جریان‌های بار، زنجیره تأمین، مرکز لجستیک کشاورزی، معیارهای جبرانی و غیرجبرانی، مکان‌یابی

مقدمه

بخش کشاورزی به عنوان بخش محوری در رشد و توسعه اقتصادی و بخش راهبردی در تأمین امنیت غذایی جمعیت رو به رشد کشورهای درحال توسعه از اهمیت زیادی برخوردار است (۱۱ و ۲۳). یکی از سیاست‌های جدی دولت‌ها در این کشورها به منظور تأمین امنیت غذایی کاهش ضایعات بخش کشاورزی است. در ایران ضایعات بخش کشاورزی از میزان متعارف آن در کشورهای توسعه‌یافته بالاتر است؛ بطوری‌که سالانه مقادیر زیادی از محصولات کشاورزی (۲۵ تا ۳۰ درصد) به صورت ضایعات از بین رفته و خسارت بزرگی بر منابع مالی و غذایی کشور وارد می‌شود (۱۰ و ۲۹). مهم‌ترین علل ایجاد این ضایعات مربوط به بخش‌های مختلف حمل‌ونقل، بسته‌بندی و دسته‌بندی، ذخیره‌سازی و انبار، فرآوری و توزیع محصولات کشاورزی می‌شود (۱۵ و ۳۲). در ایران میزان ضایعات این بخش به دلیل نامناسب بودن شرایط حمل‌ونقل و لجستیک در کشور ۳۱ درصد است (۲ و ۲۴).

یکی از راه‌حل‌هایی که از دهه ۱۹۶۰ ابتدا در آمریکا و سپس در اروپا به منظور افزایش بهره‌وری در زنجیره تأمین و کاهش هزینه‌های لجستیک بخش کشاورزی ارائه شد و به سرعت جایگاه ویژه‌ای در مدیریت زنجیره تأمین یافت، ایجاد پارک لجستیک کشاورزی[۴] بوده است (۳۷). پارک لجستیک کشاورزی به مراکز یکپارچه‌ای اطلاق می‌شود که بر فعالیت‌هایی در حوزه تجمیع محصولات کشاورزی از مبادی مختلف، ذخیره‌سازی آن‌ها، انتقال بین انواع روش‌های حمل‌ونقل و توزیع محصولات کشاورزی در مقاصد مختلف و دیگر

۱، ۲ و ۳– به‌ترتیب دانشجوی دکتری، استاد و استادیار گروه اقتصاد شهری و منطقه‌ای، دانشگاه اصفهان
(*– نویسنده مسئول: Email: n_akbari@ase.ui.ac.ir)
DOI: 10.22067/jead.2021.17797.0

4- Agricultural Logistics Park

خدمات ارزش‌افزوده تخصصی تمرکز دارد (۱۷ و ۲۰). به عبارت دیگر، این مراکز با ایجاد تمرکز، صرفه‌های ناشی از مقیاس[1] و ارائه تخصصی خدمات با کیفیت بالا می‌توانند منجر به کاهش هزینه‌های کلی لجستیک (هزینه‌های حمل‌ونقل، انبارداری، کنترل و جابه‌جایی) و در نتیجه ایجاد مزیت رقابتی برای صنایع مرتبط با آن شوند (۴، ۹ و ۴۳).

در سال ۲۰۱۶ ایران (علی‌رغم پتانسیل عظیم آن در تبدیل شدن به هاب لجستیکی منطقه) در شاخص عملکرد لجستیک (LPI)[2] رتبه ۹۶ (از میان ۱۶۰ کشور) و در شاخص جهانی توانمندسازی تجاری (ETI)[3] رتبه ۱۳۲ (از میان ۱۳۶ کشور) را داشته است (۴۰). ایران از لحاظ زیرساخت‌های لجستیکی به صورت تفکیکی شرایط تقریباً مناسبی را داراست، اما در کل شبکه لجستیک کشور به صورت ترکیبی وضعیت بسیار ضعیفی را نشان می‌دهد که عمده دلایل آن را می‌توان کمبود زیرساخت‌های کارا برای برقراری همبندی بین مؤلفه‌های مختلف لجستیک و نحوه بهره‌برداری از این زیرساخت‌ها دانست. پاشنه آشیل لجستیک ایران، ایجاد و توسعه زیرساخت‌هایی (مانند: مراکز لجستیکی و پایانه‌های حمل‌ونقل چند وجهی) است که بتوانند این زیرساخت‌های لجستیکی جدا را به یکدیگر پیوند داده و امکان برقراری یک جریان بدون انقطاع را در تجارت داخلی و خارجی کشور ایجاد کند (۳۴).

استان اصفهان از جمله استان‌های کشور است که با توجه به قرارگیری آن در ناحیه مرکزی فلات ایران، دارا بودن مساحتی حدود ۱۰۷ هزار کیلومتر مربع (۶/۲۵ درصد از سطح کشور)، همجواری با ۹ استان (از شمال به استان‌های مرکزی، قم و سمنان؛ از جنوب به استان‌های فارس و کهگیلویه و بویراحمد؛ از شرق به استان‌های یزد و خراسان جنوبی و از غرب به استان‌های لرستان و چهارمحال و بختیاری)، قرارگیری در محورهای ارتباطی شمال- جنوب و شرق- غرب کشور و دسترسی ریلی به حوزه‌های خلیج‌فارس و دریای عمان ایجاد مرکز لجستیک کشاورزی در آن پیشنهاد و توصیه شده است (۸). با توجه به مباحث مذکور و از آن‌جا که مراکز لجستیک کشاورزی، مانند بسیاری از مراکز خدمات‌رسانی دیگر نیازمند تعیین مکان بهینه هستند و مکان‌یابی صحیح آن‌ها یکی از مهم‌ترین عواملی است که منجر به حاصل شدن دستاوردهای ارزشمند ناشی از ایجاد آن‌ها می‌شود، مطالعه حاضر پس از شناسایی و تبیین معیارهای مؤثر بر مکان‌یابی مراکز لجستیک کشاورزی به شناسایی پهنه مناسب در استان اصفهان جهت احداث پارک لجستیک کشاورزی با رویکرد حداقل‌سازی هزینه شبکه لجستیک می‌پردازد.

1- Economies of Scale
2- Logistics Performance Index
3- Enabling Trade Index

مروری بر ادبیات

دو دسته نظریه در رابطه با مکان‌یابی بنگاه‌ها و فعالیت‌ها وجود دارد. در دسته اول، مکان‌یابی بر مبنای حداقل‌سازی هزینه‌ها و در دسته دوم مکان‌یابی برمبنای شرایط و ساختار بازار[4] صورت می‌گیرد. مدل‌های مبتنی بر هزینه عبارتند از: مدل وبر[5] که توجه ویژه‌ای به هزینه‌های حمل‌ونقل (نهاده‌ها و محصولات) دارد (۲۵)؛ مدل ون‌تونن[6] که در آن تعیین نحوه کاربری اراضی کشاورزی با توجه به موقعیت مکانی آن‌ها نسبت به بازار صورت می‌گیرد (۱۲ و ۲۶)؛ مدل مکان مرکزی[7] کریستالر و لوش[8] که بر معیارهایی مانند تقاضای فضایی، حوزه نفوذ بازار و ارتباط آن‌ها با هزینه حمل‌ونقل و مسافت تمرکز دارد (۶ و ۱۲)؛ مدل مجموع حداقل فواصل که براساس آن منطقه‌ای که مجموع فواصل آن با سایر مناطق کم‌تر از سایرین باشد، دارای مزیت است؛ مدل تعداد ارتباطات مستقیم که براساس آن منطقه‌ای که بیش‌ترین ارتباطات مستقیم را با سایر مناطق داشته باشد، دارای مزیت است؛ مدل لئونارد که به تحلیل تمایل صنایع به شکل‌گیری در نزدیکی بازار مصرف یا محل مواد اولیه با توجه به ارزش و وزن محصول و مواد اولیه و هزینه‌های حمل‌ونقل می‌پردازد (۷). در مدل‌های مکان‌یابی مبتنی بر نزدیکی به بازار مصرف معمولاً عنصر جمعیت و اندازه بازار در تعیین مزیت صنایع و بنگاه‌های مختلف مدنظر قرار می‌گیرد.

مطالعات پیشین مربوط به مکان‌یابی مراکز لجستیک نشان می‌دهد که در طی چند دهه گذشته برای حل مسائل مکان‌یابی مراکز لجستیک با رویکرد حداقل‌سازی هزینه‌ها (هزینه‌های حمل‌ونقل یا کل) از روش‌های متنوعی استفاده شده است. نمونه این مطالعات عبارتند از: مکان‌یابی هاب‌های لجستیک در منطقه بیجینگ - تیانجین و هبی چین[9] با حداقل‌سازی هزینه حمل‌ونقل و با استفاده از الگوریتم ژنتیک[10] (۴۱)، مکان‌یابی پارک لجستیک سبز با حداقل‌سازی هزینه حمل‌ونقل و هزینه‌های زیست‌محیطی با استفاده از الگوریتم هیوریستیک[11] (۴۲)، مکان‌یابی مراکز لجستیک در روسیه با استفاده از روش کوتاه‌ترین مسیر، حداکثر کردن پوشش بازار و حداقل کردن تأسیسات و تجهیزات موردنیاز با استفاده از تحلیل فضایی (۱۸)، مکان‌یابی هاب حمل‌ونقل هوایی بار با حداقل‌سازی

۴- در این مدل‌ها در شرایط انحصاری مکان‌هایی که نزدیکی بیش‌تری به بازار داشته و در شرایط رقابتی مکان‌هایی که هزینه تولید کم‌تری دارند، دارای مزیت هستند. دو مدل مشهور در این زمینه مدل چرخه عمر کالا و مدل هتلینگ است.

5- Weber
6- Von Thunen
7- Central-Place Theory
8- Christaller and Losch
9- Beijing-Tianjin-Hebei
10- Genetic Algorithm
11- Heuristic Algorithm

هزینه کل با استفاده از برنامه‌ریزی خطی صحیح مختلط (۲۷)، مکان‌یابی مراکز لجستیک با حداقل‌سازی هزینه حمل‌ونقل با استفاده از تحلیل فضایی (۱۳)، مکان‌یابی هاب با حداقل‌سازی هزینه حمل‌ونقل با استفاده از روش کوتاه‌ترین مسیر[۱] (۱)، مکان‌یابی هاب‌های لجستیکی شهری با حداقل‌سازی هزینه حمل‌ونقل و حداکثرسازی پوشش بازار با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک (۳۶)، مکان‌یابی مراکز لجستیک با حداقل‌سازی هزینه حمل‌ونقل با استفاده از روش مرکز جاذبه[۲] (۲۰)، مکان‌یابی مراکز لجستیک با حداقل‌سازی هزینه کل با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات[۳] (۴۶)، مکان‌یابی مراکز لجستیک تحت شرایط نااطمینانی با حداقل‌سازی هزینه کل با استفاده از روش‌های بهینه‌یابی تصادفی[۴] و بهینه‌یابی توانمند[۵] (۳۹)، مکان‌یابی بندر خشک با حداقل‌سازی هزینه حمل‌ونقل با استفاده از تحلیل فضایی و برنامه‌ریزی خطی صحیح مختلط (۳۰)، مکان‌یابی مراکز لجستیک با حداقل‌سازی هزینه کل با استفاده از روش الگوریتم فازی[۶] (۱۹)، طراحی شبکه حمل‌ونقل داخلی گندم کشور با استفاده از مدل مکانیابی هاب با هزینه ثابت (۲۱)، مکانیابی هاب‌های لجستیکی به منظور حمل و توزیع بهینه کالای وارداتی به نقاط داخلی ایران با حداقل‌سازی هزینه حمل‌ونقل با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)[۷] در محیط Arc GIS (۱۶)، مکان‌یابی سلسله‌مراتبی هاب در شبکه‌های حمل‌ونقل چندوجهی با حداقل‌سازی هزینه‌های احداث و حمل‌ونقل با استفاده از یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی عدد صحیح (۳۵)، مکان‌یابی- مسیریابی هاب زمینی در محدوده نامتراکم و وسیع ایران با حداقل‌سازی هزینه کل با استفاده از یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی عدد صحیح مختلط (۳)، مکان‌یابی هاب چند محصوله در شبکه حمل‌ونقل کالایی ایران با در نظر گرفتن روش های تأمین مالی و رویکرد زیست‌محیطی با حداقل‌سازی هزینه‌های احداث، هزینه حمل‌ونقل و انتشار گازهای گلخانه‌ای با استفاده از یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی غیرخطی مختلط عدد صحیح (۵).

در این پژوهش به منظور مکانیابی پهنه مناسب جهت احداث مرکز لجستیک کشاورزی در استان اصفهان، پس از شناسایی معیارهای تأثیرگذار بر مکان‌یابی مراکز لجستیک (به تفکیک جبرانی و غیرجبرانی)، محدوده‌های جغرافیایی مربوط به معیارهای غیرجبرانی از پهنه استان به منظور شناسایی محدوده‌های امکان‌پذیر استان جهت احداث مرکز لجستیک حذف شده و سپس برمبنای نظریه‌های مکان‌یابی حداقل‌کننده هزینه و با رویکرد مدلسازی ریاضی هزینه شبکه لجستیک، هزینه استقرار مرکز لجستیک در محدوده‌های امکان‌پذیر به تفکیک معیارهای جبرانی محاسبه شده و لایه‌های اطلاعاتی مربوط به هریک از آن‌ها تهیه و درنهایت با تلفیق تمامی لایه‌های اطلاعاتی ایجاد شده در سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)[۸] پهنه مناسب پیشنهاد شده است.

مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر از یکی از متداول‌ترین شیوه‌های مکان‌یابی در علم جغرافیا که امروزه به صورت گسترده‌ای نیز در علم اقتصاد شهری و منطقه‌ای مطرح است، استفاده شده است. برمبنای این روش ابتدا با مطالعه ادبیات تجربی موجود در زمینه هاب‌های لجستیکی موفق دنیا معیارهای مؤثر بر مکان‌یابی مراکز لجستیک کشاورزی به تفکیک معیارهای دستوری غیرجبرانی (عوامل زمین‌شناختی و زیست‌محیطی) و معیارهای جبرانی (هزینه‌ای) شناسایی شده‌اند. سپس فرآیند مکان‌یابی در طی دو مرحله تکمیل شده است. در مرحله اول به منظور شناسایی محدوده‌های امکان‌پذیر استان اصفهان جهت احداث پارک لجستیک، لایه‌های اطلاعاتی[۹] مربوط به هریک از معیارهای غیرجبرانی (که توزیع فضایی هر معیار را در پهنه استان به تصویر می‌کشد) با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS تهیه شده و محدوده‌های جغرافیایی مربوط به این معیارها از پهنه استان حذف شده‌اند. شایان ذکر است به منظور یکسان‌سازی واحدهای مطالعاتی با درنظرگرفتن مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰۰ نقشه‌های تحلیلی مورد استفاده، سطح استان به بلوک‌های ۵ در ۵ کیلومتر (۴۵۱۰ بلوک) تقسیم‌بندی شده است[۱۰]. در مرحله دوم به منظور تهیه لایه‌های اطلاعاتی مربوط به معیارهای جبرانی (هزینه‌ای)، ابتدا براساس نظریه‌های مکان‌یابی حداقل‌کننده هزینه ارائه شده در قسمت قبل و با توجه به چارچوب کلی فعالیت‌های لجستیک بخش کشاورزی، یک مدل ریاضی شامل تمامی معیارهای جبرانی ارائه و برمبنای آن هزینه استقرار مرکز لجستیک کشاورزی در هریک از ۱۴۴۰ بلوک (۵ در ۵ کیلومتر) واقع در محدوده‌های امکان‌پذیر استان اصفهان به تفکیک معیارهای جبرانی محاسبه شد (به عبارت دقیق‌تر از آن‌جا که معیارهای جبرانی مختلف دارای وزن و اهمیت یکسانی در مکان‌یابی مرکز لجستیک کشاورزی نیستند، برمبنای مدل ریاضی ارائه شده، وزن هرمعیار (لایه اطلاعاتی) براساس کمیت هزینه‌ای مرتبط با آن معیار تعیین شد) که با توجه به

1- Shortest Path
2- Gravity Center
3- Particle Swarm Optimization
4- Stochastic Optimization
5- Robust Optimization
6- Fuzzy Algorithm
7- Fuzzy Analytic Hierarchy Process

8- Geographic Information System
9- Data Layers
۱۰- این تقسیم‌بندی باعث می‌شود محدوده‌های مطالعاتی از حیث مساحت و ابعاد یکسان شده و مقیاس این محدوده‌ها بر نتایج تحلیل تأثیرگذار نباشد.

گستردگی زیاد واحدهـای تحلیـل و محاسـبات (۱۴۴۰ بلـوک) انجـام محاسبات جبری و ماتریسی مربوطه در محیط نرم‌افزار برنامـه‌نویسـی C^{++} انجام شد. سـپس برمبنـای محاسـبات انجـام شـده، لایـه‌هـای اطلاعاتی موزون معیارهای جبرانی در محـیط نـرم‌افـزاری Arc GIS تهیه و با یکدیگر تلفیق شدند. گزینه‌های برتـر بـرای اسـتقرار پـارک لجستیک کشاورزی بلوک‌هایی هستند که کم‌ترین هزینه را داشته‌اند.

لایه‌های اطلاعـاتی اولیـه مـورد اسـتفاده در فرآینـد پـژوهش در جدول ۱ نشان داده شده است. فواصل (جاده‌ای و ریلی) مورد اسـتفاده در مدل برای مبادی و مقاصـد مختلـف بـه صـورت فاصـله شـبکه از نرم‌افزار Arc GIS محاسبه و استخراج شده است. شایان ذکـر اسـت که داده‌های بار زراعی، باغی و دامی جاده‌ای اسـتان نیـز بـه صـورت داده‌های خام بارنامه‌های جاده‌ای برای سال‌های ۹۷-۱۳۹۲ از سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای استان اصفهان اخذ شده است.

جدول ۱- لایه‌های اطلاعاتی خام مورد استفاده در پژوهش

Table 1– Primary data layers

لایه اطلاعاتی Data layer	نوع Type	منبع Source
مناطق چهارگانه حفاظت شده (Four protected areas)	برداری (Vector)	استانداری اصفهان (Governorate of Isfahan province)
مناطق شکار ممنوع (No-hunting areas)	برداری (Vector)	استانداری اصفهان (Governorate of Isfahan province)
طبقات ارتفاعی و شیب[1] (Heights and slopes)	رستر (Raster)	سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور (National organization of geology and mineral exploration)
محدودیت‌های پوشش زمین (مراتع با تراکم بالا، مناطق جنگلی، بیشه‌زارها و درختچه‌زارها، سطوح آبی و باتلاق‌ها) (Land cover restrictions (high-density pastures, forest areas, groves and shrubs, water levels and swamps)	برداری (Vector)	سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور (National organization of geology and mineral exploration)
دشت‌های سیلابی و فرونشست (Flooded and collapsed plains)	برداری (Vector)	سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور (National organization of geology and mineral exploration)
محدوده‌های مخاطره گسل (محدوده ۵ کیلومتری گسل‌ها) (Fault risk areas (5 km fault zone))	برداری (Vector)	سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور (National organization of geology and mineral exploration)
حریم زیست‌محیطی شهرها[2] (Environmental privacy of cities)	برداری (Vector)	پژوهشگران (This study)
اراضی زراعی و باغی (Agronomic and horticultural lands)	رستری (Raster)	سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان (Agricultural jihad organization of Isfahan province)
واحدهای پرورش دام و طیور (Cattle and poultry breeding units)	برداری (Vector)	سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان (Agricultural jihad organization of Isfahan province)
صنایع تبدیلی و تکمیلی محصولات زراعی و باغی (Agronomic and horticultural transformative and complementary industries)	برداری (Vector)	سازمان صنعت، معدن و تجارت استان اصفهان (Industry, mine and trade organization of Isfahan province)

۱- پهنه‌های با شیب بیش‌تر از ۲۰٪ برای احداث مراکز لجستیک مناسب نیستند (۱۶).

۲- با توجه به آلایندگی قابل‌توجه مراکز لجستیک و همچنین براساس ضوابط و معیارهای زیست‌محیطی استقرار واحدها و فعالیت‌های صنعتی و تولیدی کشور ایران تـا شـعاع ۵۰ کیلومتری شهر اصفهان و ۱۰ کیلومتری سایر شهرهای بزرگ استان جهت احداث مراکز لجستیک با ممنوعیت و محدودیت جدی مواجه هستند.

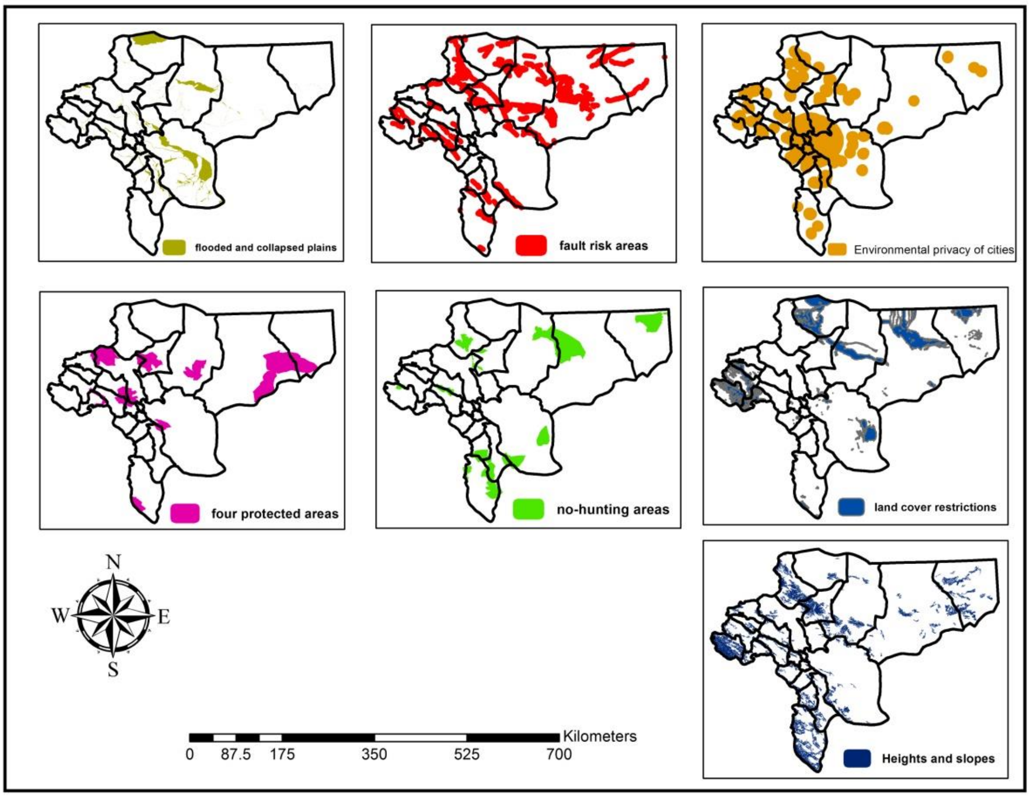
صنایع تبدیلی و تکمیلی محصولات دامی (Livestock transformative and complementary industries)	برداری (Vector)	سازمان صنعت، معدن و تجارت استان اصفهان (Industry, mine and trade organization of Isfahan province)
مراکز شهری و روستایی (Urban and rural settlements)	برداری (Vector)	استانداری اصفهان (Governorate of Isfahan province)
مبادی ورودی و خروجی بار (Freight entry/ exit points)	برداری (Vector)	سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای استان اصفهان (Road maintenance and transportation organization of Isfahan province)
سردخانه‌ها (Cold storages)	برداری (Vector)	سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان (Agricultural jihad organization of Isfahan province)
شبکه راه آهن (Railway network)	برداری (Vector)	اداره کل راه‌آهن استان اصفهان (Department of railways of Isfahan province)
شبکه جاده‌ای (راه‌های ترانزیتی و راه‌های اصلی) (Road network (Transit routes and main roads))	برداری (Vector)	سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای استان اصفهان (Road maintenance and transportation organization of Isfahan province)
شبکه برق (Electricity network)	برداری (Vector)	شرکت توزیع برق استان اصفهان (Isfahan electricity distribution company)

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

معیارهای دستوری غیرجبرانی

عوامل زمین‌شناختی و زیست‌محیطی که از مهم‌ترین عواملی است که در فرآیند مکان‌یابی مراکز لجستیک باید درنظر گرفته شوند، مشخص‌کننده محدوده‌هایی هستند که برای احداث مراکز لجستیک دارای محدودیت و ممنوعیت جدی هستند (۲۸، ۳۱، ۳۸، ۴۴ و ۴۵) (شکل ۱).



شکل ۱- لایه‌های اطلاعاتی عوامل زمین‌شناختی و زیست‌محیطی

Figure 1- Data layers of geological and environmental factors

معیارهای جبرانی و مدل‌سازی ریاضی

با توجه به رویکرد پژوهش حاضر مبنی بر کمینه‌سازی هزینه‌های شبکه لجستیک جهت مکان‌یابی و تعیین پهنه مناسب برای احداث مرکز لجستیک کشاورزی، برمبنای چارچوب کلی فعالیت‌های لجستیک بخش کشاورزی معیارهای جبرانی در چهار دسته کلی زیر طبقه‌بندی شده‌اند:

۱) عوامل مؤثر بر هزینه حمل‌ونقل (نهاده‌ها و ستاده‌ها): با توجه به این‌که بار تولیدی باید از مراکز تولید بار (اراضی زراعی و باغات، واحدهای پرورش دام و طیور و مبادی ورودی بار به استان از سایر استان‌های کشور) در پارک لجستیک تجمیع و سپس از این مرکز به مراکز جذب بار (سکونتگاه‌های شهری و روستایی، واحدهای صنعتی تبدیلی و تکمیلی بخش کشاورزی (به عنوان مصرف‌کنندگان بخشی از محصولات زراعی، باغی و دامی به صورت نهاده تولیدی) و مبادی خروجی بار از استان به سایر استان‌های کشور) توزیع شود، بنابراین مکان پارک لجستیک باید به‌گونه‌ای تعیین شود که هزینه کل شبکه حمل‌ونقل حداقل باشد (۲۸، ۳۱، ۳۸ و ۴۵). ۲) عوامل مؤثر بر هزینه استفاده از ظرفیت‌های لجستیکی موجود (سردخانه‌ها): لحاظ کردن این اقلام هزینه‌ای در مکان‌یابی پارک لجستیک با این پیش‌فرض صورت می‌گیرد که در احداث آن از امکانات موجود لجستیک استان حداکثر استفاده ممکن صورت پذیرد (۲۸، ۳۱، ۳۳ و ۴۵). ۳) عوامل مؤثر بر هزینه احداث: عوامل مؤثر بر هزینه احداث مرکز لجستیک عبارتند از: ۱- فاصله از جاده (راه‌های ترانزیتی و راه‌های اصلی)؛ ۲- فاصله از خطوط راه‌آهن و ۳- فاصله از شبکه برق (۲۰، ۲۸، ۳۱ و ۴۵).

براساس ساختار هزینه تشریح شده فوق، مدل ریاضی مکان‌یابی مرکز لجستیک کشاورزی، شمارنده‌ها، پارامترها و متغیرهای به‌کار رفته در آن به شرح زیر است:

$$MinZ_i = c_{AG}\sum_{j=1}^{m} d_{ij}AG_j + c_{CO}\sum_{j=1}^{n} d_{ij}CO_j + c_{AG}\sum_{k=1}^{l} d_{ik}AGO_k + c_{CO}\sum_{k=1}^{l} d_{ik}COO_k + c_{AG}\sum_{j=1}^{h} d_{ij}CA_j + c_{CO}\sum_{j=1}^{h} d_{ij}CC_j + c_{AG}\sum_{j=1}^{k} d_{ij}IA_j + c_{CO}\sum_{j=1}^{v} d_{ij}IG_j + c_{AG}\sum_{k=1}^{l} d_{ik}OAG_k + c_{CO}\sum_{k=1}^{l} d_{ik}OCO_k + c_{GO}\sum_{g=1}^{q} d_{ig}R_g + c_{RO}d_{iro} + c_{RA}d_{ira} + c_E d_{ie}$$

$i = \{1,2,.....,1440\}$: مجموعه کل بلوک‌های واقع در محدوده‌های امکان‌پذیر استان جهت استقرار مرکز لجستیک کشاورزی؛

$j = \{1,2,.....,4510\}$: مجموعه کل بلوک‌های استان (اعم از امکان‌پذیر و امکان‌ناپذیر)؛

$k = \{1,2,......,19\}$: مجموعه کل مبادی ورودی (یا خروجی) بار استان؛

$g = \{1,2,.....,63\}$: مجموعه کل سردخانه‌های استان؛

d_{ij} : فاصله بلوک i ام از بلوک j ام؛

d_{ik} : فاصله بلوک i ام از مبدأ ورودی (یا خروجی) k ام؛

d_{ig} : فاصله بلوک i ام از سردخانه g ام؛

d_{iro} : فاصله بلوک i ام از نزدیک‌ترین مسیر جاده‌ای (موجود یا در حال احداث)؛

d_{ira} : فاصله بلوک i ام از نزدیک‌ترین مسیر ریلی (موجود یا در حال احداث)؛

d_{ie} : فاصله بلوک i ام از شبکه برق؛

AG_j : تناژ بار زراعی و باغی تولیدی خروجی از بلوک j ام؛

CO_j : تناژ بار دامی تولیدی خروجی از بلوک j ام؛

AGO_k : تناژ بار زراعی و باغی ورودی از مبدأ ورودی k ام بار به استان از سایر استان‌های کشور؛

COO_k : تناژ بار دامی ورودی از مبدأ ورودی k ام بار به استان از سایر استان‌های کشور؛

CA_j : تناژ بار زراعی و باغی مصرفی ورودی به بلوک j ام؛

CC_j : تناژ بار دامی مصرفی ورودی به بلوک j ام؛

IA_j : تناژ بار زراعی و باغی نهاده‌ای (در صنایع تبدیلی و تکمیلی محصولات زراعی و باغی) ورودی به بلوک j ام؛

IG_j : تناژ بار دامی نهاده‌ای (درصنایع تبدیلی و تکمیلی محصولات دامی) ورودی به بلوک j ام؛

OAG_k : تناژ بار زراعی و باغی خروجی از مبدأ خروجی k ام بار از استان به سایر استان‌های کشور؛

OCO_k : تناژ بار دامی خروجی از مبدأ خروجی k ام بار استان به سایر استان‌های کشور؛

R_g : ظرفیت سردخانه g ام؛

c_{AG} : متوسط هزینه واحد کرایه بار مسیر جاده‌ای تولیدات زراعی و باغی به ازای هر تن- کیلومتر؛

c_{CO} : متوسط هزینه واحد کرایه بار مسیر جاده‌ای تولیدات دامی به ازای هر تن- کیلومتر؛

c_{GO} : متوسط هزینه واحد کرایه بار مسیر جاده‌ای تولیدات کشاورزی و دامی به ازای هر تن- کیلومتر؛

c_{RO} : هزینه ثابت (مستهلک شده) احداث و نگهداری مسیر جاده‌ای به ازای هرکیلومتر؛

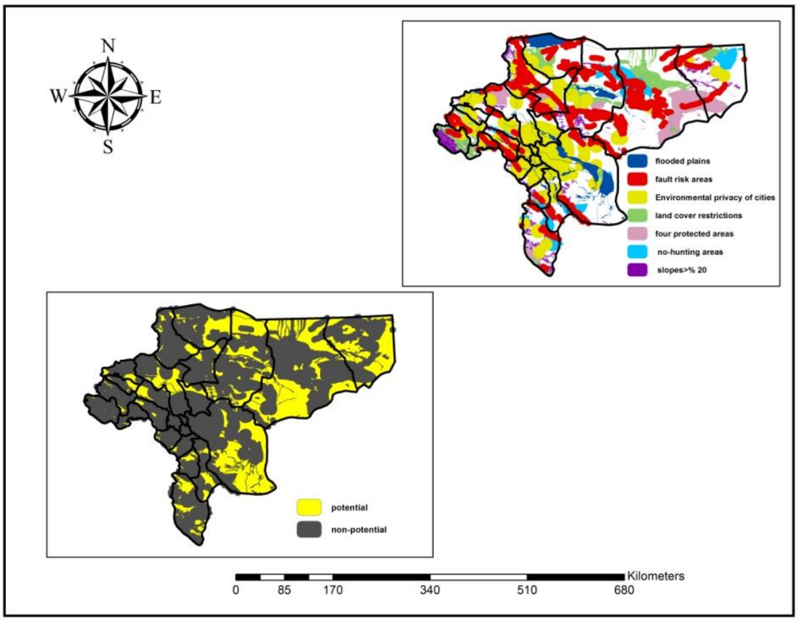
c_{RA} : هزینه ثابت (مستهلک شده) احداث و نگهداری مسیر ریلی به ازای هرکیلومتر؛

c_E : هزینه ثابت احداث و نگهداری خطوط انتقال برق به ازای هرکیلومتر.

نتایج

شناسایی محدوده‌های امکان‌پذیر جهت احداث مرکز لجستیک کشاورزی

شکل ۲ سمت راست محدوده‌های جغرافیایی مربوط به هریک از معیارهای غیرجبرانی مکان‌یابی و شکل ۲ سمت چپ محدوده‌های امکان‌پذیر و امکان‌ناپذیر استان اصفهان جهت احداث پارک لجستیک کشاورزی را نشان می‌دهد. محدوده‌های امکان‌پذیر با رنگ زرد و محدوده‌های امکان‌ناپذیر با رنگ خاکستری مشخص شده است.



شکل ۲- محدوده‌های امکان‌پذیر و امکان‌ناپذیر استان اصفهان جهت احداث مرکز لجستیک کشاورزی

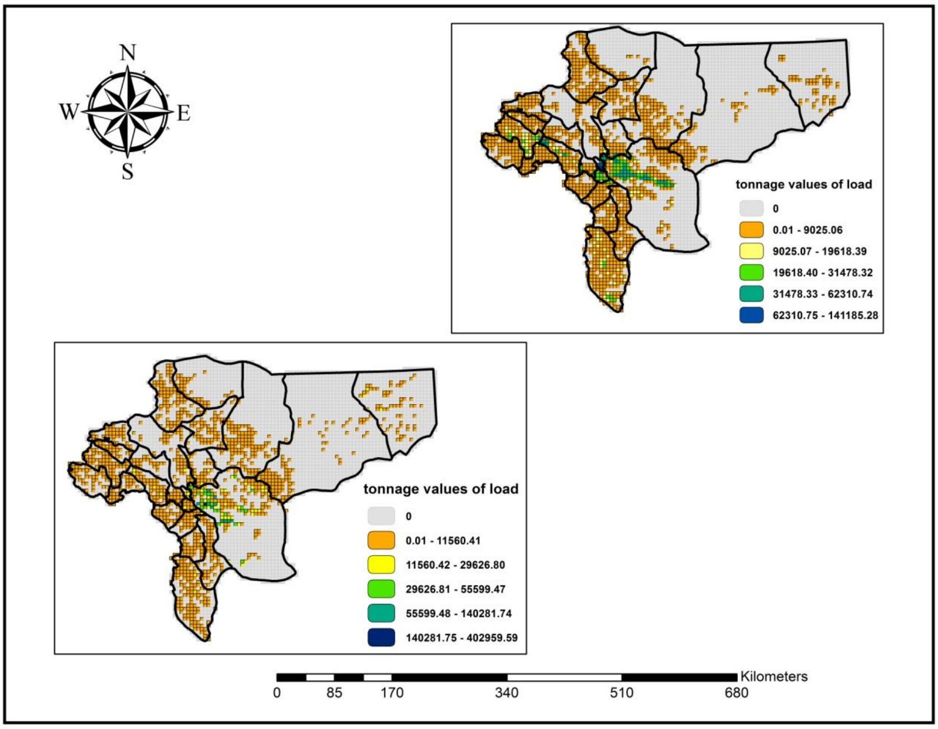
Figure 2- Potential and non-potential site options in Isfahan province for agricultural logistics park establishment

تحلیل فضایی جریان بار کشاورزی (تولیدی و مصرفی) در پهنه استان

بار کشاورزی تولیدی

شکل ۳ سمت راست توزیع فضایی تناژ بار زراعی و باغی خروجی (تولیدی) از بلوک‌های استان (درون استانی و برون استانی) و شکل ۳ سمت چپ توزیع فضایی تناژ بار دامی خروجی (تولیدی) از بلوک‌های استان (درون استانی و برون استانی) را نشان می‌دهد. برای محاسبه تناژ بار زراعی و باغی خروجی از بلوک‌های استان، ابتدا در محیط نرم‌افزاری Arc GIS مجموع مساحت اراضی زراعی و باغی موجود در هر بلوک محاسبه و سپس تناژ بار زراعی و باغی خروجی هر شهرستان به نسبت مجموع این مساحت در هر بلوک به بلوک‌های مربوط به همان شهرستان تخصیص داده شده است. برای محاسبه تناژ بار دامی خروجی از بلوک‌های استان نیز ابتدا در محیط نرم‌افزاری Arc GIS واحدهای پرورش دام و طیور مستقر در هر بلوک شناسایی و مجموع ظرفیت عملکردی این واحدها محاسبه شده است. سپس تناژ بار دامی خروجی از هر شهرستان به نسبت مجموع ظرفیت عملکردی این واحدها در هر بلوک به بلوک‌های مربوط به همان شهرستان تخصیص داده شده است. از آن‌جا که تقریباً تمامی فعالیت‌های بخش کشاورزی استان در نیمه غربی آن واقع شده است (۱۴ و ۲۲)، مطابق با شکل ۳ بیش‌ترین تناژ بار کشاورزی خروجی

(تولیدی) نیز به این نیمه استان تعلق دارد. در این نیمه می‌توان به سه منطقه متراکم فعالیت کشاورزی اشاره نمود: اول منطقه متراکم غرب که در نزدیکی شهرهای گلپایگان، خوانسار، فریدونشهر و داران شکل گرفته است. این منطقه به دلیل برخورداری از بارش‌های نسبتاً بالا جایگاه بخش محدودی از کشاورزی دیم استان نیز می‌باشد. دومین منطقه متراکم که در مرکز استان واقع شده، بزرگ‌ترین منطقه متراکم کشاورزی است که به مرکزیت شهر اصفهان شکل گرفته است. سومین منطقه نیز در جنوب استان و در اطراف سمیرم و جنوب شهرضا قرار دارد که به دلیل وضعیت مناسب اقلیمی قسمتی از زمین‌های کشاورزی دیم استان نیز در این منطقه واقع شده‌اند. همچنین به دلیل طبیعت کوهستانی این منطقه زمین‌های کشاورزی آن، برعکس منطقه متراکم مرکزی کم‌تر به‌صورت یکپارچه و عمدتاً به‌صورت مجزا و پراکنده توزیع شده‌اند.



شکل ۳- توزیع فضایی تناژ بار کشاورزی خروجی در پهنه استان اصفهان

Figure 3- Spatial distribution of agricultural cargo tonnage existed across in Isfahan province

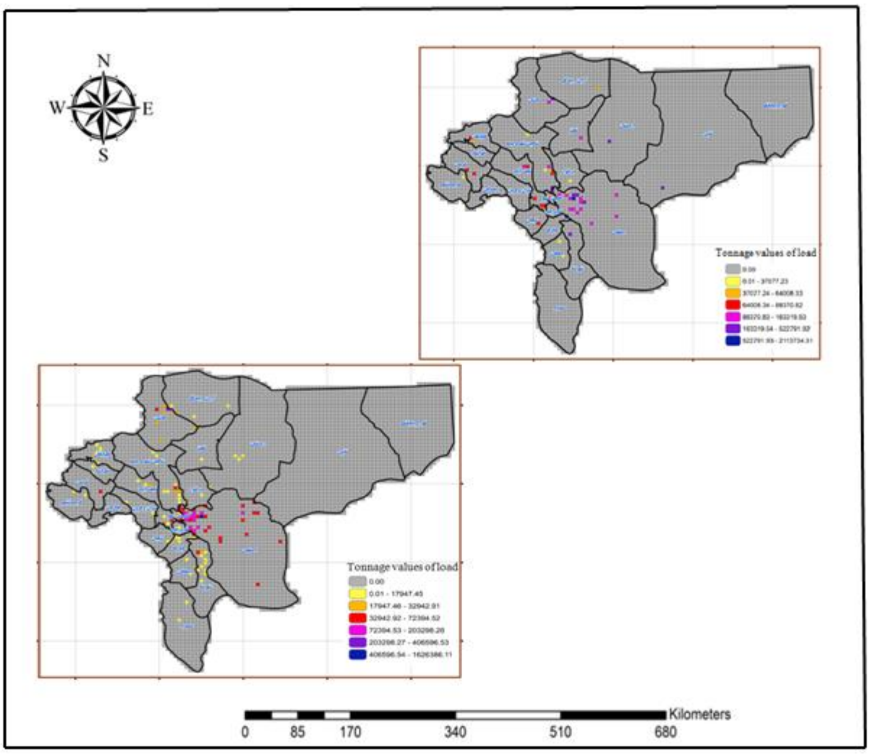
بار کشاورزی مصرفی

بار کشاورزی نهاده‌ای مورد استفاده صنایع تبدیلی و تکمیلی

شکل ۴ سمت چپ توزیع فضایی تناژ بار زراعی و باغی نهاده‌ای (مورد استفاده صنایع تبدیلی و تکمیلی محصولات زراعی و باغی) ورودی به بلوک‌های استان (درون استانی و برون استانی) و شکل ۴ سمت راست توزیع فضایی تناژ بار دامی نهاده‌ای (مورد استفاده صنایع تبدیلی و تکمیلی محصولات دامی) ورودی به بلوک‌های استان (درون استانی و برون استانی) را نشان می‌دهد. برای محاسبه تناژ بار زراعی و باغی نهاده‌ای ورودی ابتدا در محیط نرم‌افزاری Arc GIS واحدهای صنعتی تبدیلی و تکمیلی محصولات زراعی و باغی مستقر در هر بلوک شناسایی و مجموع ظرفیت عملکردی آن‌ها محاسبه شده و سپس ۴۰ درصد[1] تناژ بار زراعی و باغی ورودی هر شهرستان به نسبت مجموع ظرفیت عملکردی این واحدها در هر بلوک به بلوک‌های مربوط به همان شهرستان تخصیص داده شده است. برای محاسبه تناژ بار دامی نهاده‌ای ورودی نیز به روشی مشابه ابتدا واحدهای صنعتی تبدیلی و تکمیلی محصولات دامی مستقر در هر بلوک شناسایی و مجموع ظرفیت عملکردی آن‌ها محاسبه شده و سپس ۴۰ درصد تناژ بار دامی ورودی هر شهرستان به نسبت مجموع ظرفیت عملکردی این واحدها در هر بلوک به بلوک‌های مربوط به همان شهرستان تخصیص داده شده است. از آن‌جا که تقریباً تمامی صنایع تبدیلی و تکمیلی استان در نیمه غربی آن استقرار یافته‌اند (۱۴

۱- مطابق با آمار منتشره توسط جهاد کشاورزی استان اصفهان، به دلیل کمبود صنایع تبدیلی و تکمیلی در استان سالانه تنها حدود ۴۰ درصد محصولات کشاورزی تولیدی استان فرآوری می شود.

و ۲۲)، مطابق با شکل ۴ بیش‌ترین تناژ بار کشاورزی نهاده‌ای ورودی نیز به این نیمه استان تعلق دارد. در این نیمه می‌توان به دو منطقه متراکم فعالیت صنعتی اشاره نمود. اولین منطقه متراکم در شمال استان و پیرامون شهرهای کاشان و آران‌وبیدگل شکل گرفته و با تراکم اندکی به سمت اردستان در منطقه مرکزی متمایل به شرق استان ادامه می‌یابد. دومین منطقه متراکم استان که البته بزرگ‌ترین و مهم‌ترین آن نیز می‌باشد، منطقه متراکم مرکزی است که حول شهر اصفهان شکل گرفته است. تراکم صنعتی در این منطقه به سمت شرق نیز متمایل شده و مناطق اطراف شهر کوهپایه را تبدیل به محلی برای واحدهای پراکنده صنعتی نموده است.



شکل ٤- توزیع فضایی تناژ بار کشاورزی نهاده‌ای ورودی در پهنه استان اصفهان

Figure 4- Spatial distribution of cargo tonnage of agricultural inputs entered across Isfahan province

بار کشاورزی مصرفی سکونتگاه‌های شهری و روستایی

شکل ۵ سمت راست توزیع فضایی تناژ بار زراعی و باغی مصرفی ورودی (درون استانی و برون استانی) به بلوک‌های استان و شکل ۵ سمت چپ توزیع فضایی تناژ بار دامی مصرفی ورودی (درون استانی و برون استانی) به بلوک‌های استان را نشان می‌دهد. برای محاسبه تناژ بار زراعی، باغی و دامی مصرفی ورودی به ترتیب ۶۰ درصد تناژ بار زراعی، باغی و دامی ورودی هر شهرستان به نسبت مجموع جمعیت مراکز شهری و روستایی هر بلوک به بلوک‌های مربوط به همان شهرستان تخصیص داده شده است. از آن‌جا که بخش عمده سکونتگاه‌های استان در نیمه غربی آن استقرار یافته است (۱۴ و ۲۲)، مطابق با شکل ۵ تقریباً تمامی مصرف محصولات کشاورزی نیز در این نیمه استان رخ می‌دهد. در این نیمه می‌توان به سه منطقه متراکم سکونتگاهی اشاره کرد که این سه منطقه انطباق مکانی قابل‌توجهی با مناطق متراکم صنعتی و کشاورزی استان دارند. اولین منطقه که البته بزرگ‌ترین و مهم‌ترین آن‌ها نیز می‌باشد، منطقه مرکزی استان است که حول شهر اصفهان شکل گرفته و از نظام سکونتگاهی بسیار متراکمی برخوردار است. دومین منطقه در نزدیکی شهرهای گلپایگان، خوانسار، فریدون‌شهر و داران و سومین منطقه نیز در شمال استان و پیرامون شهرهای کاشان و آران‌وبیدگل شکل گرفته است و با تراکم اندکی به سمت اردستان در منطقه مرکزی متمایل به شرق استان ادامه می‌یابد.

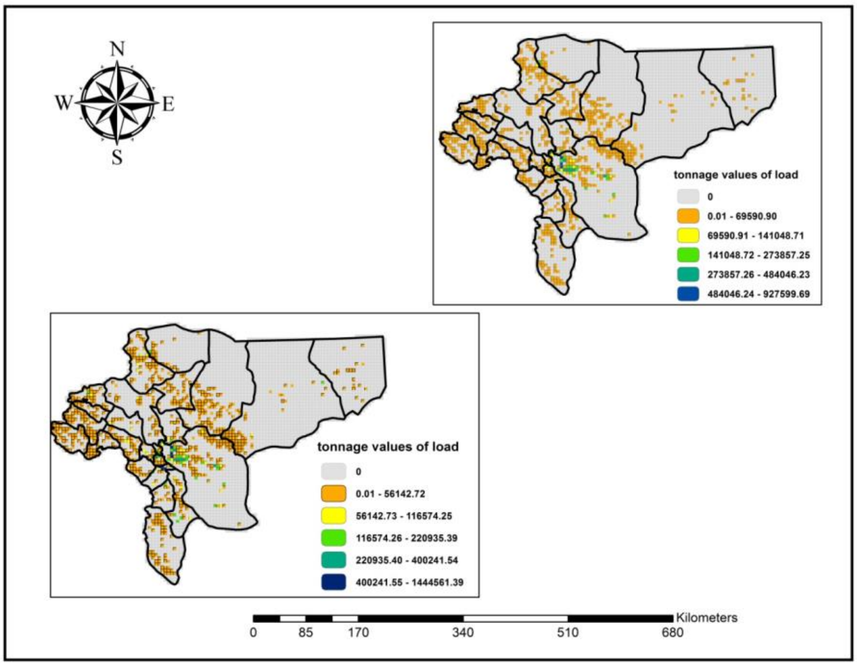
انتخاب پهنه احداث مرکز لجستیک کشاورزی

شکل ۶ لایه تلفیقی نهایی را نشان می‌دهد که مطابق با آن مناسب‌ترین (کم هزینه‌ترین) بلوک‌ها جهت احداث پارک لجستیک کشاورزی با سبز پررنگ نشان داده شده است.

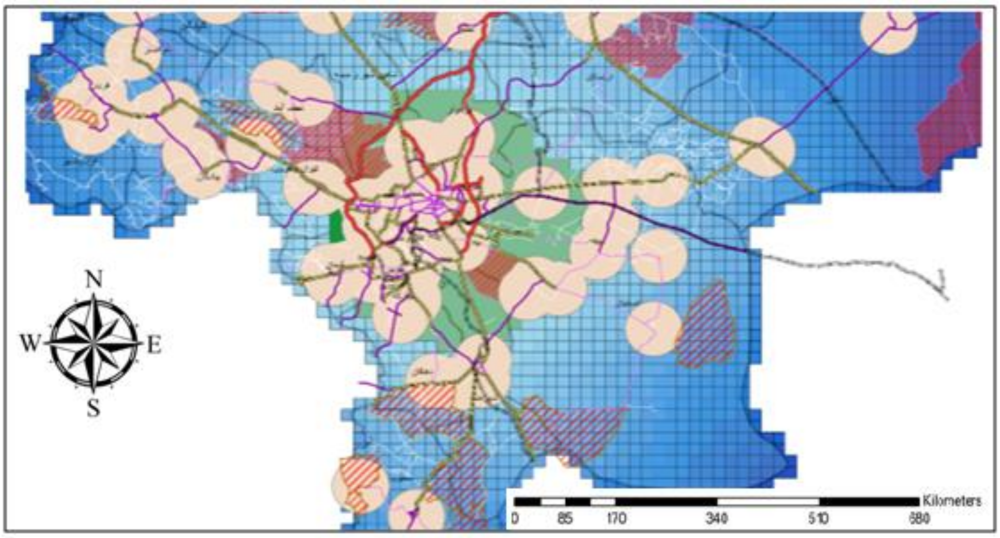
بحث و نتیجه‌گیری

سالانه مقادیر زیادی از محصولات کشاورزی به صورت ضایعات از بین رفته و خسارت بزرگی بر منابع مالی و غذایی کشور وارد

می‌شود. مهم‌ترین علل ایجاد این ضایعات مربوط به بخش‌های مختلف حمل‌ونقل، بسته‌بندی و دسته‌بندی، ذخیره‌سازی و انبار، فرآوری و توزیع محصولات کشاورزی می‌شود. یکی از راهکارهای مطرح برای افزایش بهره‌وری در زنجیره تأمین و کاهش هزینه‌های لجستیک بخش کشاورزی ایجاد مرکز لجستیک کشاورزی است.



شکل ۵- توزیع فضایی تناژ بار کشاورزی مصرفی سکونتگاه‌های شهری و روستایی ورودی در پهنه استان اصفهان
Figure 5- Spatial distribution of cargo tonnage of agricultural consumption entered across Isfahan province



شکل ٦- پهنه مناسب جهت احداث مرکز لجستیک کشاورزی در استان اصفهان
Figure 6- Optimal site for the construction of agricultural logistics park in Isfahan province

استان اصفهان از جمله استان‌های کشور است که ایجاد پارک لجستیک کشاورزی در آن پیشنهاد و توصیه شده است. پژوهش حاضر درصدد شناسایی پهنه مناسب جهت احداث مرکز لجستیک کشاورزی در استان اصفهان با رویکرد حداقل‌سازی هزینه‌های شبکه لجستیک بوده است. در این راستا ابتدا معیارهای مؤثر بر مکان‌یابی مراکز لجستیک کشاورزی شناسایی و سپس فرآیند مکان‌یابی در طی

دو مرحله تکمیل شد. در مرحله اول به منظور شناسایی محدوده‌های امکان‌پذیر استان جهت احداث پارک لجستیک، محدوده‌های مربوط به به معیارهای زمین‌شناختی و زیست‌محیطی از پهنه استان حذف شد و در مرحله دوم براساس نظریه‌های مکان‌یابی حداقل‌کننده هزینه یک مدل ریاضی ارائه و برمبنای آن هزینه استقرار مرکز لجستیک کشاورزی در هریک از ۱۴۴۰ بلوک واقع شده در محدوده‌های امکان‌پذیر به تفکیک معیارهای جبرانی محاسبه و لایه‌های اطلاعاتی مربوط به هریک از این معیارها تهیه و درنهایت تمامی لایه‌های اطلاعاتی ایجاد شده با یکدیگر تلفیق شده‌اند.

مطابق با نتایج پژوهش پهنه مناسب جهت احداث مرکز لجستیک کشاورزی در استان اصفهان منطقه‌ای واقع در غرب مجموعه شهری اصفهان و مابین شهرستان‌های تیران و کرون، نجف‌آباد و لنجان[۱] است. منطقه پیشنهادی به عنوان یک واسطه بین مراکز تولید محصولات زراعی، باغی و دامی در غرب استان و مجموعه شهری اصفهان به عنوان یک مصرف‌کننده عمده محصولات زراعی، باغی و دامی عمل می‌کند. نزدیکی به آزادراه غرب به شمال، امکان ارسال مازاد محصولات غرب استان به استان‌های شمالی و شرقی کشور را فراهم می‌آورد. این منطقه با قواعد آمایش سرزمین استان اصفهان نیز مطابقت دارد؛ چراکه در سند آمایش سرزمین استان، غرب استان به فعالیت‌های غیرآلاینده و عمدتاً کشاورزی و صنایع تبدیلی و تکمیلی اختصاص یافته است. با مطالعات صورت گرفته آب شرب موردنیاز از طریق یک خط لوله انتقال آب قابل‌تأمین بوده و با توجه به اقلیم این منطقه مشکلات مرتبط با آلودگی‌های شرق اصفهان نیز در آن وجود ندارد. یافته‌های این پژوهش، توانایی سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) را در الگوسازی و کمک به مکان‌یابی مراکز لجستیک کشاورزی با معیارهای مختلف زمین‌شناختی، زیست‌محیطی و اقتصادی نشان می‌دهد. به منظور پیشنهادات آتی از آن‌جا که مطابق با سند آمایش مراکز لجستیک کشور احداث پارک لجستیک کشاورزی علاوه‌بر استان اصفهان در ۱۷ منطقه دیگر نیز پیشنهاد شده است،[۲] می‌توان به تحلیل مکانیابی پارک لجستیک کشاورزی در سایر استان‌های پیشنهادی با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی عدد صحیح مختلط یا صرفاً برنامه‌ریزی عدد صحیح پرداخت. از دیگر مواردی که می‌تواند به عنوان تحقیقات آتی اشاره گردد، مکانیابی این مراکز با درنظر گرفتن الگوی هاب و اسپوک[۳] در حمل‌ونقل با استفاده از تحلیل فضایی یا به صورت یک مدل ریاضی مختلط چند هدفه است که توابع هدف می‌توانند به دنبال حداقل‌سازی هزینه حمل‌ونقل و هزینه‌های زیست‌محیطی باشند.

منابع

1. Ambrosino D., and Sciomachen A. 2012. Hub locations in urban multimodal networks. European Transport/Trasporti Europei 51: 1–14.
2. Asadi A., Akbari M., Mohammadi Y., and Hossaininia G. 2010. Agricultural wheat waste management in Iran. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 4(3): 421-428. (In Persian with English Abstract)
3. Bahrami F., Safari H., Tavakkoli-Moghaddam R., and Modarres Yazdi M. 2017. Road hub location-routing issue in a sparse and distant area. Journal of Industrial Management 9(1): 59-78. (In Persian with English Abstract)
4. Barry M.P. 2014. U.S. Global logistics and transport: a computable general equilibrium model. Global Journal of Human-Social Science Research 13(3): 61-71.
5. Cheraghi E., Heydari J., Rahimi Y., and Razmi J. 2017. Mathematical model of multi-product P-hub median problem by considering methods of finance and environmental approach using meta-heuristic algorithms: a case study in Iran's transportation network. Quarterly Journal of Transportation Engineering 8(2): 195-213. (In Persian with English Abstract)
6. Christaller W., and Baskin C.W. 1966. Central places in southern Germany. Englewood Cliffs, N.J: Prentice-Hall.
7. Dehghan Shabani Z. 2011. Regional analysis of economic growth in Iran (3D approach). University of Isfahan, Department of Economics. (In Persian with English Abstract)
8. Deputy Minister of Transportation of the Ministry of Roads and Urban Development of the Islamic Republic of Iran. 2018. Documentation of the country's logistics centers. Comprehensive plan office and transportation models. (In Persian)
9. Ding J.F. 2013. Applying an integrated fuzzy MCDM method to select hub location for global shipping carrier-based logistics service providers. WSEAS Transactions on Information Science and Applications 10(2): 47–57.
10. FAO. 2009. How to feed the world in 2050. Rome.
11. FAO. 2002. The role of agriculture in the development of least-developed countries and their integration into the

۱- حدود ۲۰ درصد از تولید محصولات بخش کشاورزی استان به این ۳ شهرستان تعلق دارد (۲۲).

۲- این مناطق عبارتند از: اقلید، جهرم، جیرفت، چناران، تربت‌حیدریه، میناب، تاکستان، ارومیه، ساری، اردبیل، پیشوا، همدان، چابهار، دزفول، مراغه، زنجان و گرگان (قابل‌ذکر است که پهنه‌بندی مورد استفاده در این سند با منطقه‌بندی مرسوم استانی در کشور اندکی متفاوت است) (۸).

3- Hub and Spoke (H&S)

world economy. Retrieved from: https://siteresources.worldbank.org.
12. Fujita M., Krugman P., and Venables A.J. 1999. The spatial economy: cities, regions, and international trade. The MIT Press.
13. Gao M., and Dong M. 2012. Analysis of logistics center location-selecting based on GIS-take Li County as an example. Advanced Materials Research 569: 804–807.
14. Governorate of Isfahan Province. 2013. Land use planning studies and strategic development document of Isfahan province. Deputy for Planning and Employment. (In Persian)
15. Gustavsson J., Cederberg C., and Sonesson U. 2011. Global food losses and food waste. Gothenburg, Sweden. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available on: http://www.fao.org/docrep/014/mb060e/mb060e.pdf.
16. Hejazi S.J., Mostafavi H., and Taghizadeh A. 2014. Logistic hub location for optimal transportation imported goods to internal area of Iran using Arc GIS. The 13th International Conference on Traffic and Transportation Engineering, Tehran. (In Persian with English Abstract)
17. Jorgensen A. 2007. A perspective on freight transport in South Africa. Notes presented at a special interest group meeting, Johannesburg, South Africa.
18. Kiparisov P. 2016. Selection of logistics centres location: case of Russia. Central European University, Department of Economics.
19. Klapita V., and Sˇvecova´ Z. 2006. Logistics centers location. Transport 21(1): 48–52.
20. Liu X., Guo X., and Zhao X. 2012. Study on logistics center site selection of Jilin province. Journal of Software 7(8): 1799–1806.
21. Mahmoodinia M., Soleimani M., and Karimi B. 2016. Designing wheat transportation network in Iran, using hub-location approach with intermodal transportation. Journal of Transportation Engineering 8(1): 125-140. (In Persian with English Abstract)
22. Management and Planning Organization of Isfahan Province. 2017. Isfahan provincial development plan with resistance economy model. Deputy for Program and Budget Coordination. (In Persian)
23. Mohammadi M., and Mazhari R. 2018. Investigating the interaction between economic growth and agricultural development in Iran. Journal of Agricultural Economics Research 9(36): 259-282. (In Persian with English Abstract)
24. Mostafavi M., Tajrishi M., and Babaee nejhad M. 2006. Technical and economic evaluation of waste in the agricultural industry. Available on: http://ewrc.sharif.ir/wp- content/uploads/2015/09/babaeinejhad-82.pdf. (In Persian)
25. North D.C. 1955. Location theory and regional economic growth. Journal of Political Economy 63: 243-258.
26. O'Kelly M., and Bryan D. 1996. Agricultural location theory: Von Thünen's contribution to economic geography. Progress in Human Geography 20(4): 457-475.
27. Oktal H., and Ozger A. 2013. Hub location in air cargo transportation: a case study. Journal of Air Transport Management 27: 1–4.
28. Pamučar D., and Božanić D. 2019. Selection of a location for the development of multimodal logistics center: application of single-valued neutrosophic MABAC model. Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications 2(2): 55–71.
29. Peykar Parsan M., Shabanali-fami H., Daneshvarameri J., and Khodabakhshi A. 2013. Factors influencing the application of waste management operations in apple production in Abhar County. Iranian Journal of Agricultural Economics and Development 44: 329-341.
30. Rahimi M., Asef-Vaziri A., and Harrison R. 2008. An inland port location-allocation model for a regional intermodal goods novement system. Maritime Economics and Logistics 10(4): 362–379.
31. Rao C., Goh M., Zhao Y., and Zheng J. 2015. Location selection of city logistics centers under sustainability. Transportation Research Part D: Transport and Environment 36: 29-44.
32. Razeghi M., and Sadigh H. 2018. Investigation of mechanisms to reduce agricultural waste utilizing Delphi technique. Food Science and Technology 15 (82): 1-16. (In Persian with English Abstract)
33. Regmi MB., and Hanaoka S. 2012. Application of analytic hierarchy process for location analysis of logistics centers in Laos. Presentation at 91th Annual Transportation Research Board Meeting & publication in the Transportation Research Record: Journal of Transportation Reserch Board.
34. Research Center of the Islamic Consultative Assembly of Iran. 2017. Investigating the necessity of creating hubs and logistics centers in Iran. Available on the site: http://rc.majlis.ir/en/report/show/1027387. (In Persian)
35. Safargholi A.H., and Behnamian J. 2017. Locating hierarchical hub in multi-modal network with taking into account the requirements of service. Modern Researches in Decision Making 1(4): 101-115. (In Persian with English Abstract)
36. Sˇkrinjar JP., Rogic´ K., and Stancovic´ R. 2012. Location of urban logistic terminals as hub location problem. Promet–Traffic–Traffico 24(5): 433–440.
37. Uyanik C., Tuzkaya G., and Oguztimur S. 2018. A literature survey on logistics centers' location selection

problem. Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences 36(1): 141-160.

38. Vieira C.L., and Luna M.M. 2016. Models and methods for logistics hub location: a review towards transportation networks design. Pesquisa Operacional 36(2): 375-397.
39. Wang BH., and He SW. 2009. Robust optimization model and algorithm for logistics center location and allocation under uncertain environment. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology 9(2): 69–74.
40. World Bank report on logistics for years 2012, 2014 and 2016. Available at: https://lpi.worldbank.org.
41. Xin X., Yu N., and Chao X. 2019. A study on location of logistics hubs of hub-and-spoke network in Beijing-Tianjin-Hebei region. Journal of Physics: Conference Series 1187(5).
42. Xu Y., Jia H., Zhang Y., and Tian G. 2018. Analysis on the location of green logistics park based on heuristic algorithm. Advances in Mechanical Engineering 10(5): 1–13.
43. Yang Q., and Meng Lu. 2016. Analytic hierarchy process (AHP) in the application of logistics center location selection process. 4th International Conference on Mechanical Materials and Manufacturing Engineering.
44. Żak J., and Węgliński S. 2014. The selection of the logistics center location based on MCDM/A methodology. Transportation Research Procedia 3: 555–564.
45. Zhang Sh. 2019. Location selection of logistics center. Bachelor´s Thesis, JAMK University of Applied Sciences.
46. Zhi J., Liu JY., Wang W., Wu HP., and Gao J. 2010. Logistics center location selection based on the algorithm of hybrid particle swarm optimization. Key Engineering Materials 439: 429–433.

Journal of Agricultural Economics and Development
Vol. 35, No. 1, Spring 2021, p. 31-45

نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
جلد ۳۵، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰، ص. ۴۵-۳۱

An Analysis of Locating Agricultural Logistics Center in Isfahan Province Using the Logistics Network Costs Minimization Approach in GIS Environment

A. Jalaei[1]- N. Akbari[2*]- B. Saffari[3]
Received: 20-07-2020
Accepted: 25-04-2021

Introduction: Annually, large quantities of agricultural products are wasted and a lot of damage is done to the country's financial and food resources. The most important causes of this waste are related to the various sectors of transportation, packaging, storage, processing and distribution of agricultural products. One significant tool to increase in supply chain productivity and reduce logistics costs of the agricultural sector is to establish agricultural logistics centers. The current study seeks to identify a suitable area for the construction of an agricultural logistics center in Isfahan province. In this regard, criteria affecting the selection of locations for logistics centers (compensatory and non–compensatory) were first identified and then the process of locating was implemented in two separate phases. In the first phase, in order to identify potential site options for a logistics center within the province, geographical boundaries associated with non–compensatory criteria were excluded from the study. In the second phase, according to the mathematical model presented, the cost of establishing a logistics center was calculated in possible sites in terms of compensatory criteria and then relevant geographic data layers were developed and, at the end, all data layers were integrated.

Materials and Methods: This paper, first, studies the experimental literature in the field of successful logistics centers across the world as to identify criteria affecting the location of agricultural logistics centers in terms of non-compensatory grammatical (geological and environmental factors) and compensatory (measurable factors with quantitative values) criteria. Next, the process of locating is implemented during two stage. In the first stage, in order to identify possible sites for Logistics Park within the province, geographic data layers associated with non–compensatory criteria are gathered and the respective boundaries are excluded from the study. Note that in order to unify mapping units being studied with respect to 1: 2500000 scale map of analytical maps used, the province is divided into 4510 separate blocks of 25 Km^2. For the second stage, based on the general framework of logistics activities, the spatial analysis is carried out for load flows (the production and consumption profiles) of agronomic, horticultural and livestock. According to the location theories in minimizing costs, a mathematical model is developed to compute costs of agricultural logistics center establishment per each 1440 blocks located in potential sites in terms of compensatory criteria and then under the Arc GIS software environment, all data layers related to these criteria are developed and integrated. The best option is to install a block logistics center having the minimum cost. Due to the large volume of data gathered as well as the variety of analysis and calculation units (blocks of 25 Km^2), the C^{++} programmer is used to perform algebraic and matrix calculations. (Road and rail) distances applied in the model for different origins and destinations are calculated and extracted as the distance of the network through the Arc GIS software. Raw data of road bill of lading blocks have been obtained from the Road Maintenance and Transportation Organization of Isfahan for the period between 2013 and 2018 for the commodity groups including agronomic, horticultural and livestock

Conclusion: The most optimal (least expensive) area for the establishments of an agricultural logistics center is located in the west of the urban complex of Isfahan and between the counties of Tiran and Karvan, Najafabad and Lenjan. The proposed area acts as an intermediary between the production centers of agronomic, horticultural and livestock products in the west of the province and the urban complex of Isfahan as a major

---

1, 2 and 3- Ph.D. Student, Professor and Assistant Professor of Urban and Regional Economics, Isfahan University, respectively.
(*- Corresponding Author Email: n_akbari@ase.ui.ac.ir)
DOI: 10.22067/jead.2021.17797.0

consumer of agronomic, horticultural and livestock products. Proximity to the west-north freeway makes it possible to send the province's surplus products to the northern and eastern provinces of the country.

Keywords: Agricultural Logistics center, Compensatory and non–compensatory criteria, Locating, Spatial distribution of load flows, Supply chain